

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10213370 A**(43) Date of publication of application: **11.08.98**

(51) Int. Cl.

**F25D 9/00**  
**G06F 1/20**  
**G11B 33/14**  
**H05K 7/20**

(21) Application number: **10000293**(22) Date of filing: **05.01.98**(30) Priority: **31.12.96 US 96 775143**(71) Applicant: **COMPAQ COMPUTER CORP**

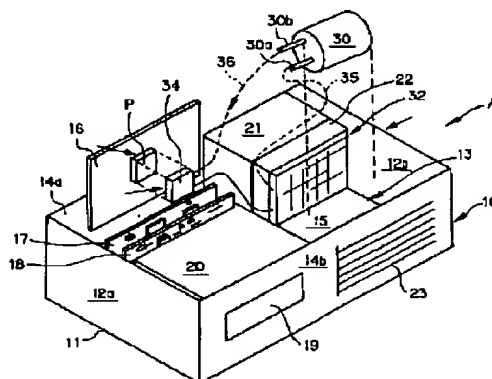
(72) Inventor: **DANIEL N DONAHOE**  
**MICHAEL T JILL**

**(54) LIQUID COOLING DEVICE FOR ELECTRONIC DEVICE****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To cool an electronic device having a large amount of heat generation with high efficiency.

**SOLUTION:** A heat transfer structural body includes a pump 30, an air side heat exchanger 32 mounted close to a fan and a heat transmission board 34 which is mounted on a chip P, which is a high heat generation component and evaporates the heat from the component. When the pump 30 supplies a cooling liquid continuously to the heat transfer plate 34 on the side of the chip 3 by way of piping, the heat from the chip 3 is transmitted to the liquid. When the liquid holding the heat is sent to the air side heat exchanger 32, the heat is dissipated. A liquid cooling agent is further employed and the heat is dissipated by the liquid to the air, which makes it possible to enhance heat dissipation.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-213370

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

F 2 5 D 9/00

F 2 5 D 9/00

B

G 0 6 F 1/20

G 1 1 B 33/14

5 0 1 A

G 1 1 B 33/14

5 0 1

H 0 5 K 7/20

M

H 0 5 K 7/20

G 0 6 F 1/00

3 6 0 A

3 6 0 C

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-293

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月5日

(31) 優先権主張番号 7 7 5 1 4 3

(32) 優先日 1996年12月31日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591030868

コンパック・コンピューター・コーポレーション

COMPAQ COMPUTER CORPORATION

アメリカ合衆国テキサス州77070, ヒューストン, ステイト・ハイウェイ 249, 20555

(72) 発明者 ダニエル・エヌ・ドナホエ

アメリカ合衆国テキサス州77379, スプリング, クヌーレッド・オーク 8215

(74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (外6名)

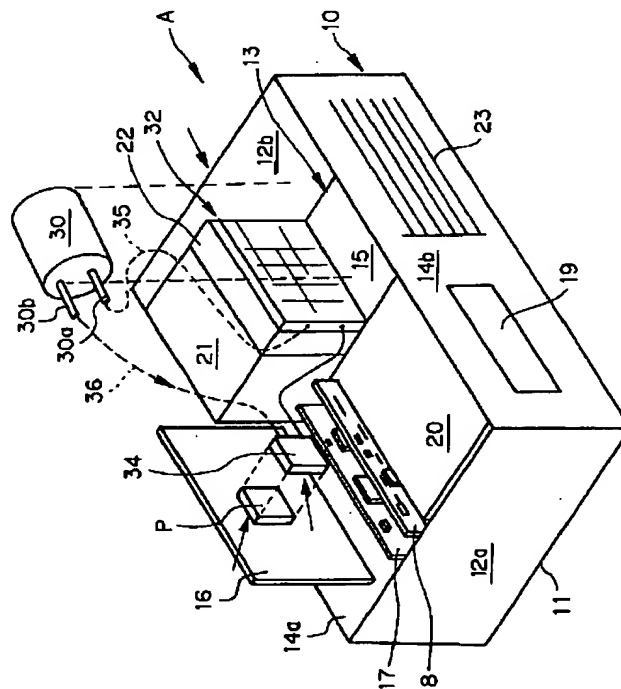
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子装置用の液体冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 発熱量の多い電子装置を効率よく冷却する。

【解決手段】 熱伝達構造体は、ポンプ30と、ファンに隣接して取り付けられた空気側熱交換機32と、高熱発生構成物であるチップPに取り付けられて該構成物からの熱を消散させる熱伝達板34とを含む。ポンプ30は冷却用の液体を配管を介してチップP側の熱伝達板34に連続的に供給すると、チップからの熱が液体に伝達される。そして、熱を保持した液体が空気側熱交換機32に送られると、そこで熱を放熱する。液体冷却剤を用い更に、熱を液体-空気をにより放熱するので、効率がよい。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 電子装置において、

第1および第2組の対向側面を有する、全体的に矩形形状のシャーシと、

前記シャーシと共に搭載された複数の電子構成物と、  
前記複数の電子構成物の一部をなし、複数の拡張スロットと、前記プロセッサ・スロットの1つに搭載され高熱発生チップが実装されているプロセッサ基板とを有するマザー・ボードと、

前記シャーシの前記第1組の側面的一方および前記第2組の側面の方の接合部に取り付けられた電源であって、隣接してファンが取り付けられている電源と、  
前記高熱発生チップによって発生される動作熱を消散させる熱交換構造体であって、

前記シャーシ上において前記ファンに隣接して取り付けられた空気-液体熱交換機であって、ファンが発生する空気流を受け取るように離間して配置された複数の液体冷却材通路と流体連通する入力ポートおよび出力ポートとを有し、前記入力ポートから前記出力ポートまで前記経路を通過する冷却材の温度を低下させる空気-液体熱交換機と、

前記シャーシ上に取り付けられ、低圧入力ポートと、高圧出力ポートとを有するポンプと、

前記高熱発生チップの底面と実質的に同一の形状を有し、かつ該底面に動作的に取り付けられた熱伝達板であって、液体冷却材入力口および出力口を有すると共に、その内部に通路を有し、前記入力口から前記出力口まで冷却材を通過させる熱伝達板と、

前記熱伝達板の前記出力ポートおよび前記空気-液体熱交換機の前記入力ポート間に延びる配管、および前記熱伝達板の前記入力ポートおよび前記ポンプの前記出力ポート間に延びる配管とを含む熱交換構造体とから成ることを特徴とする電子装置。

【請求項2】 請求項1記載の電子装置において、前記ポンプ、熱伝達板、配管、および空気側熱交換機は、液体冷却材を循環させる閉システムを形成することを特徴とする電子装置。

【請求項3】 請求項2記載の電子装置において、前記冷却材は、約50パーセントの水および約50パーセントのエチレン・グリコールの混合液であることを特徴とする電子装置。

【請求項4】 請求項1記載の電子装置において、前記ファンは矩形形状を有し、前記空気側熱交換機は、ほぼ同様の矩形形状を有することを特徴とする電子装置。

【請求項5】 請求項1記載の電子装置において、前記電子シャーシは、コンピュータ用ハウジング内に搭載されている場合、周囲の空気温度を10℃上昇させ、前記高熱発生チップは、60ないし70℃の範囲の設計動作温度を有し、前記空気-液体熱交換機は、前記入力ポートから前記出力ポートまでに十分な温度変化を与え、前

記高熱発生チップの動作温度を約55℃に維持することを特徴とする電子装置。

## 【請求項6】 コンピュータにおいて、

全体的に箱形の矩形形状外部ハウジングであって、該外部ハウジング内に搭載するための第1および第2組の対向する側面を有する全体的に矩形形状のシャーシを有する外部ハウジングと、

マザー・ボードを含み、前記シャーシと共に搭載される複数の電子構成物であって、前記マザー・ボードが複数の拡張スロットを有する、電子構成物と、

前記プロセッサ・スロットの1つに搭載され、高熱発生チップが実装されているプロセッサ基板と、

前記シャーシの前記第1組の側面の方と前記第2組の側面の方との接合部に配置され、隣接して取り付けられたファンを有する電源と、

前記高熱発生チップによって発生される熱を消散させる熱交換構造体であって、

前記シャーシ上において前記ファンに隣接して取り付けられた空気-液体熱交換機であって、ファンが発生する空気流を受け取るように離間して配置された複数の液体冷却材通路と流体連通する入力ポートおよび出力ポートとを有し、前記入力ポートから前記出力ポートまで前記経路を通過する冷却材の温度を低下させる空気-液体熱交換機と、

前記シャーシ上に取り付けられたポンプであって、低圧ポートと、高圧ポートとを有する前記ポンプと、

前記高熱発生チップの底面と実質的に同一の形状を有し、それに動作的に取り付けられた熱伝達板であって、液体冷却材入力口および出力口を有すると共に、その内部に通路を有し、前記入力口から前記出力口まで冷却材を通過させる前記熱伝達板と、

前記熱伝達板の前記出力ポートおよび前記空気-液体熱交換機の前記入力ポート間に延びる配管、および前記熱伝達板の前記入力ポートおよび前記ポンプの前記出力ポート間に延びる配管とを含む熱交換構造体とから成ることを特徴とするコンピュータ。

【請求項7】 請求項6記載のコンピュータにおいて、前記ポンプ、熱伝達板、配管、および空気側熱交換機は、液体冷却材を循環させる閉システムを形成することを特徴とするコンピュータ。

【請求項8】 請求項7記載のコンピュータにおいて、前記冷却材は、約50パーセントの水および約50パーセントのエチレン・グリコールの混合液であることを特徴とするコンピュータ。

【請求項9】 請求項6記載のコンピュータにおいて、前記ファンは矩形形状を有し、前記空気側熱交換機は、ほぼ同様の矩形形状を有することを特徴とするコンピュータ。

【請求項10】 請求項6記載のコンピュータにおいて、前記コンピュータの外部ハウジングは、周囲の空気

温度を10℃上昇させ、前記高熱発生チップは、60ないし70℃の範囲の設計動作温度を有し、前記空気-液体熱交換機は、前記入力ポートから前記出力ポートまでに十分な温度変化を与え、前記高熱発生チップの動作温度を約55℃に維持することを特徴とする電子装置。

【請求項11】 電子装置において、  
第1および第2組の対向側面を有する、全体的に矩形形状のシャーシと、  
前記シャーシ上に搭載された、ハード・ディスク・ドライブを含む複数の電子構成物であって、前記ハード・ディスク・ドライブが全体的に矩形の箱形容器を有する、電子構成物と、  
前記ハード・ディスク・ドライブ用の熱交換システムであって、  
ベースと一体的に形成された第1および第2アームを含む、全体的にU字状の熱交換クリップであって、前記U字状クリップの前記アームは、前記ベースと弾性的に形成され、前記ハード・ディスク・ドライブ容器上に挿入され、弾性的にこれと係合する熱交換クリップと、  
前記U字状熱交換クリップと共に装着される冷却材ループであって、前記熱交換クリップの前記第1アームに取り付けられた第1ループ部分と、前記熱交換クリップの前記第2アームに取り付けられた第2ループ部分とを含み、液体冷却材を循環させて、前記ハード・ディスク・ドライブ容器から前記熱交換クリップの前記第1および第2アームに伝達される熱を吸収する冷却材ループと、  
前記U字状クリップ上に装着された前記冷却ループに液体冷却材を循環させ、前記冷却材を前記冷却ループに循環させる前に、前記冷却ループから循環する前記冷却材の温度を低下させる閉循環システムとを含む熱交換システムとから成ることを特徴とする電子装置。

【請求項12】 請求項11記載の電子装置において、前記冷却材ループは、液体冷却材の流れを方向付ける配管で形成された第1および第2部分を含み、前記冷却材ループは、前記U字状クリップの前記ベースならびに前記第1および第2アームにそれぞれ取り付けられた第1および第2入力配管部分と、前記U字状クリップの前記ベースならびに前記第1および第2アームに取り付けられた第1および第2出力配管部分とを含み、前記入力および出力部分は、前記アームの各々上で相互接続され、液体冷却材が前記第1および第2入力部分から前記第1および第2出力部分に流入可能とし、前記ハード・ディスク・ドライブの前記容器から熱を吸収することを特徴とする電子装置。

【請求項13】 請求項11記載の電子装置において、前記U字状クリップの前記第1および第2アームの各々は、内部に開口を有し、前記第1ループ部分および前記第2ループ部分は、前記第1アームおよび前記第2アームの前記開口を貫通し、各アームの外側表面に取り付けられるようにしたことを特徴とする電子装置。

【請求項14】 電子装置において、  
第1および第2組の対向する側面を有する、全体的に矩形形状のシャーシと、  
前記シャーシ上に搭載された、ハード・ディスク・ドライブを含む複数の電子構成物であって、前記ハード・ディスク・ドライブが、上面、底面、および2組の対向側面を有する、全体的に矩形形状の箱形容器を有する、電子構成物と、  
前記ハード・ディスク・ドライブの動作温度を制御する熱交換装置であって、  
前記ハード・ディスク・ドライブの全体的に矩形形状の箱形容器の表面と実質的に同一寸法を有する矩形形状の熱伝達板であって、前記ハード・ドライブの全体的に矩形形状の箱形容器の前記表面の前記1つの上に装着された熱伝達板と、  
前記熱伝達板上に装着され、全体的に矩形形状の前記板を横切って延び、出力部分および入力部分を有する冷却配管部分と、  
前記熱伝達板上に装着された前記冷却配管部分に動作的に接続され、前記冷却配管部分の前記出力部分から出る前記冷却材の温度を低下させると共に、前記温度を低下させた前記冷却材を、前記熱伝達板上に装着された前記冷却配管部分の前記入力部分に循環させる循環手段とを含む前記熱交換装置とから成ることを特徴とする電子装置。

【請求項15】 電子装置において、  
電子構成物を搭載するための、全体的に矩形形状のシャーシと、  
垂直アレイ状に搭載された複数のハード・ディスク・ドライブであって、各々、矩形形状の上面と矩形形状の底面とを含む、全体的に矩形形状の箱形ハウジングを有するハード・ディスク・ドライブと、  
前記垂直アレイ状のハード・ディスク・ドライブのための熱消散構造体であって、  
1つのハード・ディスク・ドライブのハウジングの前記底面と、他のハード・ディスク・ドライブのハウジングの前記上面との間に装着された熱伝達パネルであって、液体冷却材を循環させ、前記ハード・ディスク・ドライブ・ユニットの動作の間に発生する熱を吸収する熱伝達パネルと、  
前記ハード・ディスク・ドライブ・ユニットによって加熱された冷却材を前記パネルから連続的に除去すると共に、前記加熱された冷却材の温度を低下させ、前記冷却材を前記パネルに戻し、前記ハード・ディスク・ドライブ・ユニットによって発生した熱を消散させる冷却材循環構造体とを含む熱消散構造体とから成ることを特徴とする電子装置。

【請求項16】 請求項15記載の電子装置において、前記熱伝達パネルは可撓性であることを特徴とする電子装置。

【請求項 17】 請求項 15 記載の電子装置において、前記熱伝達パネルは中空であり、互いに平行で対向する関係で配置された少なくとも 2 枚の可撓性物質のシートで形成されていることを特徴とする電子装置。

【請求項 18】 請求項 17 記載の電子装置において、前記中空の熱伝達パネルは、入力開口と、出力開口とを有し、前記冷却材循環構造体は、前記入力開口と連通するポンプと、前記出力開口と連通する空気側熱交換機とを含むことを特徴とする電子装置。

【請求項 19】 請求項 15 記載の電子装置において、前記冷却材は、水とエチレン・グリコールとの混合液であることを特徴とする電子装置。

【請求項 20】 請求項 19 記載の電子装置において、前記液体は、重量百分率が約 50 パーセントの水と、重量百分率が約 50 パーセントのエチレン・グリコールとの混合液であることを特徴とする電子装置。

【請求項 21】 請求項 15 記載の電子装置において、前記熱交換パネルは、対向する可撓性物質のシートで形成され、前記熱伝達パネルは、周囲が封止された縁を有し、内部に中空の空洞を形成して前記冷却材を受容することを特徴とする電子装置。

【請求項 22】 請求項 21 記載の電子装置において、該装置はさらに、前記中空の空洞内に、複数の相互接点を含み、前記対向する可撓性シートを共に接合することを特徴とする電子装置。

【請求項 23】 請求項 18 記載の電子装置において、前記熱消散構造体は、2 枚以上の前記熱伝達パネルを含み、前記 2 枚以上の熱伝達パネルの入力開口と流体結合する入力流マニフォールドと、前記 2 枚以上の熱伝達パネルの前記出力開口の各々と流体結合する出力流マニフォールドとを含み、前記入力流マニフォールドおよび出力流マニフォールドは、前記冷却材循環構造体と流体連通することを特徴とする電子装置。

【請求項 24】 請求項 16 記載の電子装置において、前記熱伝達パネルは、液体冷却材がそれを通過する間膨張可能であり、前記ディスク・ドライブ・ユニットの取り外しを一層容易にするために収縮可能であることを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンピュータ用ハウジング内に搭載されている特定のコンピュータ構成物の伝導による液体冷却を行い、かかる構成物の動作温度低下を図った液体冷却装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マイクロプロセッサまたはハード・ディ

スク・ドライブのようなコンピュータのある種の構成要素即ち構成物は、増々強力かつ複雑になりつつあり、その一方で小型サイズを維持しているため、望ましい動作温度を維持するためには一層有効な熱管理が必要となっている。動作温度が徐々に増加する (incremental increase) と、Arrhenius の式にしたがって故障率は指数的に増大することはよく知られている。たとえば、1.0 eV の動作エネルギー (activation energy) を想定すると、動作温度が 10 度上昇する毎に、故障率は二倍に増加する。したがって、Pentium (登録商標) のようなコンピュータ・チップのパワー増大は、望ましくない動作温度の上昇を防止するために、一層有効な熱管理技術が必要とする。

【0003】 電子構成物に空冷フィン・モジュールを直接適用し、フィン付熱交換機を用いることによる伝導 (conduction)、および空気流によってかかる熱交換機が冷却されることによる対流 (convection) によって、熱を消散させることは公知である。例えば、Intel の 486 プロセッサは、共形フィン付熱交換機 (conformal finned heat exchanger) によって冷却を行い、Intel の Pentium (登録商標) チップは、Pentium (登録商標) の実際の接触表面領域を超えて延出するフィン付熱交換機によって冷却している。このフィン付熱交換機は、時として延出型表面熱交換機 (extended surface heat exchanger) としても知られている。Intel の更に新しいバージョンの Pentium (登録商標) のような、ある種の構成物の動作電力は、発生する熱を消散するために大量の強制周囲空気を必要とする水準に到達しているが、冷却空気の体積流量はノイズまたは必要電力の増大のような他の要因による上限があるので、強制空気によるフィン付モジュールの冷却には限界がある。

【0004】 現在フィン付表面領域交換機以外の冷却システムも、従来技術では知られているものがある。例えば、ペルチェ・クーラ (Peltier cooler) およびヒート・パイプ (heat pipe) が知られている。しかし、ペルチェ・クーラは電位が高く、しかもその固有の非効率性のために追加の冷却負荷を必要とするので、高熱負荷構成物に適用して成功する確率は低い。また、ヒート・パイプは、主に高温および低温熱力学的リザーバ (hot and cold thermodynamic reservoir) への接続を実現する際の損失のために、更に内部的な設計上の限界による熱輸送の限界のために、熱伝達能力には限界がある。

【0005】 また、液体冷却材を循環させる冷却板の使用も公知である。この冷却板は、トランジスタ、ダイオード、および整流器のような種々の電力モジュールに接触させた状態で装着する。例えば、マサチューセッツ州 Wakefield の Wakefield Engineering の EG&G Components Division は、折り曲げて形状を一致させるシート板を製造している。即ち、この冷却板は、装置当たり 2 kW までの電力を消費する、圧着状の整流器および SCR を冷

却するように設計された、冷却管および水冷式個体銅ブロック (water-cooled solid copper block) に沿った形状とする。Wakefieldの冷却板はいくつかの欠点がある。即ち、銅管およびアルミニウム板間の界面に大きな熱抵抗があり、更に、このような管の整形 (crimping) は冷却の変動の原因となり、50パーセントにまで達することがわかっている。

【0006】多数の従来技術の特許が、特に、大型のメイン・フレーム型コンピュータにおける電子構成物を冷却するための液体冷却装置を対象としている。米国特許第5, 159, 529号は、種々の電子構成物を受ける1つ以上の銅製の冷却板が装着されている、プラスチック製の内部冷却コアを利用する。しかしながら、銅製の冷却板をプラスチック製のコアに取り付けることは、物質の適合性欠如によって生じ得る漏洩問題の原因となる可能性がある。米国特許第5, 144, 532号は、2つの対向配置された液体冷却板を用い、この液体冷却板を多層プリント回路基板の対向する両側に配置したプリント回路と接触させることを開示する。米国特許第4, 748, 495号は、1群のヒート・シンクを通じて、または多数のヒート・シンクの各々を通じて独立して冷却流体を循環させる (route) ことにより、異なる高さに配列した複数の集積回路チップを冷却する、液体冷却モジュールを開示する。更に、米国特許第4, 758, 926号は、チップを冷却するための冷却流体を受けるマイクロチャネルを有するヒート・シンクを利用することを開示している。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来技術は、電子構成物を冷却するための冷却流体即ち冷却材の一般的な使用を網羅するが、デスクトップおよびサーバ・サイズのコンピュータのコンピュータ・ハウジング内に搭載し、最新のPentium (登録商標) プロセッサやハード・ディスク・ドライブの一層強力なバージョンのような、最も強力で最大の熱を発生する電子構成物に直接接触させる、高容量の冷却システムを開発する必要性が残っている。したがって、本発明の目的は、かかる構成物を特別に対象とした冷却システムを提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の種々の実施例によれば、最新の電力消費コンピュータ・チップおよびハード・ディスク・ドライブのような、高熱発生電子構成物からの熱を転移させる装置を提供する。一実施例では、かかる装置は、マザー・ボードを含む複数の構成物を有する、概略的に矩形状のシャーシを含み、プロセッサ・チップが、プロセッサ・スロットの1つにおけるマザー・ボード上に実装されている。熱交換構造体は、シャーシの1カ所の角に取り付けられた電源を含み、この電源に隣接してファンが取り付けられている。熱交換構造体は、チップが発生した熱を消散させるために設けら

れ、シャーシ上でファンに隣接して取り付けられた空気-液体熱交換機と、シャーシ上の都合の良い位置に取り付けられたポンプと、高熱発生チップの底面と実質的に同一の形状を有する熱伝達板とを含む。熱伝達板は、適切な配管ラインによって、空気側熱交換機およびポンプに接続されているので、液体冷却材を熱伝達板に転送することができ、高熱発生チップからの熱を除去し、加熱された冷却材は、空気側熱交換機において冷却され、ポンプによって連続的に熱伝達板に戻される。

10 【0009】本発明の他の実施例では、動作中のハード・ディスク・ドライブを冷却する装置が提供され、この装置は、ハード・ディスク・ドライブの容器の側面上に弾性的に装着するためのU字状熱交換クリップを含む。U字状クリップは、クリップの外側に取り付けられ、ハード・ディスク・ドライブからの熱を転移させるための、外部液体冷却材流ループを有する。個々のハード・ディスク・ドライブを冷却するための他の実施例では、装置は、ハード・ディスク・ドライブの容器の表面と実質的に同一の寸法を有し、かかる容器からの熱を転移させる、全体的に矩形状の熱伝達板を含む。

20 【0010】ハード・ディスク・ドライブ・ユニットの垂直アレイ即ちスタックからの熱を転移させる更に別の装置も提供する。かかる装置は、垂直に配置された隣接するハード・ディスク・ドライブ・ユニット間に装着され、隣接するユニットから同時に熱を除去する1枚以上のパネルを含む。この本発明の概要は、本発明の属性の概略的な説明として意図したものであり、本発明については発明の実施の形態において一層詳しく説明し、特許請求の範囲において特許を請求しようとする主題について記載する。

#### 【0011】

30 【発明の実施の形態】図1～図3を参照すると、インテル・コーポレーション (Intel Corporation) が製造するペンティアム (Pentium (登録商標)) のように、その電力の必要性により高熱を発生する、高熱発生構成物Pを連続的に冷却するための装置が図示されており、全体的にAとして示されている。Intelによって最初にPentiumが開発されたとき、Intelは、ヒート・シンクのサイズおよび空気流の量を相互に関係付け、Pentiumの冷却にはヒート・シンクおよび空気流の組み合わせを用いることを提案した。初期バージョンのPentium (登録商標) チップの公開された仕様書には、PGAパッケージ・タイプの66MHz Pentium (登録商標) プロセッサの最大電力は16Wであり、パッケージ・サイズは2.16" x 2.16"、最大時の動作温度は70℃であることが含まれていた。更に、Intelは、かかるPentium (登録商標) プロセッサの最大素子接合温度 (maximum device junction temperature) は90℃であることも、仕様書として開示した。

50 【0012】典型的なコンピュータのハウジング内で

は、周囲空気は40℃～45℃の範囲とすべきことが知られている。周囲空気とは、Pentiumパッケージ周囲の分散されない周囲空気の温度として定義する。Intelでは、周囲温度は、典型的に、システム環境にある調査対象のパッケージから12インチ上流のところで測定し、周囲温度とは、パッケージに対して上流側で、それに近接する空気の温度として定義した。

【0013】新世代のPentiumプロセッサ、および特定用途集積回路(ASIC:application specific integrated circuit)のようなその他の高動作温度チップまたは高熱発生チップの出現により、ヒート・シンクまたは空気流にさらす形態のフィン付熱交換機の組み合わせのみを利用して、かかるプロセッサを所望の動作温度制限範囲内で動作させ続けることは、増々困難となりつつある。尚、特定用途集積回路は、以降、総称的に「高熱発生プロセッサ」または「高動作温度チップ」と呼ぶことにする。本発明の装置Aは、液体を冷却材として利用し、高動作温度プロセッサまたはチップに特定して、製造会社の指定する制限範囲内に維持する冷却システムを対象とする。更に、チップ製造会社は、動作温度仕様を超えたチップを、典型的に、廃棄するかあるいは割引価格で販売していることは公知である。本発明の装置Aを利用することにより、以前は廃棄されていたチップを、割引価格で購入し、使用することが可能となる。

【0014】図1を参照すると、全体的に10で示すコンピュータ・ハウジングが図示されている。ハウジング10は、従来技術において公知のような、矩形の箱形である。例示のハウジング10は、底面11、第1組の対向側面12a、12b、および第2組の対向側面14a、14bを含み、これらは全て相互接続されている。即ち、底面11と一体的に形成されている。全体的に13で示すシャーシが、公知の方法でハウジング10内に搭載されている。シャーシ13は概略的に矩形形状であるので、シャーシ13はコンピュータ・ハウジングの底面11、ならびに側面12a～bおよび14a～bに沿った形状の対向側面(図示せず。しかし、コンピュータ・ハウジングの側面と平行で、寸法がわずかに小さい面である)を有する。

【0015】当技術では公知であるが、マザー・ボード15は、当技術では公知のように利用される種々のコンピュータ構成物を搭載するために、ハウジング10の底面11に隣接して位置付けられている。コンピュータの処理能力を最大にまで高めるのに必要な構成物全てについてここでは記載しないが、コンピュータの設計分野における当業者は十分にわかっていることである。ここで特定して識別する構成物は、本発明に特に関係が深いものである。

【0016】マザー・ボード15は、一連のスロット搭載部(図示しないが、当技術では公知である)を含み、Pentium(登録商標)またはその他の高熱発生プロセッ

サを実際に実装する、マイクロプロセッサ基板16のような基板を含む、一連の「ドーター」ボード(daughter board)をここに搭載する。主要な高熱発生プロセッサPを着脱可能な基板16上に実装することの利点は、基板16を、新たな改良された高熱発生チップと交換することにより、コンピュータの高性能化が可能となることである。周辺素子インターフェース基板またはビデオ・インターフェース基板のようなその他のドーター・ボードも搭載されており、これらを17および18で識別する。また、プロセッサ・チップは、ゼロ挿入力(ZIF:zero insertion force)または低挿入力(LIF:low insertion force)ソケットに実装することも一般的である。ハウジングの扉即ち開口19には、当業者には公知のように、フロッピー・ディスク・ドライブまたはコンパクト・ディスク・ドライブを受容する1つ以上のベイを取り付ける。全体的に20で示す矩形形状の構造は、1つ以上のかかる周辺構成物ユニットのための搭載位置である。

【0017】電源21は、側面14aおよび12b間に形成されるハウジングの角に取り付けられ、空気流における重力や巻き込みによるいかなる動作状態の下においても、漏れた冷却材は電源の主要側には流入できないようになっている。コンピュータの冷却ファン22が、電源21に隣接して取り付けられている。側面即ち面14bには、一連のスロット23が形成されており、ハウジングを通過して循環する空気の流入および流出が可能となっている。

【0018】本発明の装置Aは、液体冷却材を連続的に高動作温度チップPに供給し、全体的に30で示すポンプ、全体的に32で示す空気側熱交換機、および熱伝達板34を含む。ポンプ30は、シャーシ13の枠内におけるいずれかの都合の良い位置に取り付けられ、空気側熱交換機32および板熱交換機34間に冷却材を注入するための閉ループ液体冷却材循環システムを提供する。図3に空気側熱交換機32を詳細に示す。空気側熱交換機32は、多数の商業的に入手可能な熱交換機のいずれでもよい。現好適実施例では、図3の熱交換機32は、マサチューセッツ州WakefieldのWakefield EngineeringのEGG&G Divisionが販売する、18kwまでの転移容量を有する720シリーズ熱交換機と同様のものとすればよい。720シリーズ熱交換機32は、入力口32cから延び、蛇行状をなし、出力口32bにおいてユニットから出る銅配管32aを用いる。銅配管32aを蛇行状に装着するためのフレームは、全体的に矩形形状をなし、番号33で示されており、アルミニウムで作られたものである。空気側フィン32dは、アルミニウム・フレーム33内部に装着され、公知の方法で蛇行状の銅配管に取り付けられている。ユニットは、入手可能なRotron Muffin Fan tm XL 型番MX2A3に付属し、あるいは他のファン・ユニット22も、当技術では公知のように、



用いてもよい。いずれの場合でも、熱伝達効率を最大限高めるために、空気側熱交換機32はファン・ユニット22に直に隣接して取り付け、そこを通過する液体冷却材の温度を低下させることが望ましい。使用するポンプ30は、直径が2.5インチ以下、長さが5.0インチ以下とすべきである。ポンプ30は、可燃度定格(flammability rating)をJL94 94V-2、およびULモータ過負荷およびロック・ロータ定格(UL motor overload and lock rotor rating)をUL1950とすべきである。定義の目的のために、ポンプ30は、低圧入力口30aおよび高圧出力口30bを有する。

【0019】冷却板34を、図2に概略的に示す。冷却板34は、矩形状で中実の銅のブロックであり、その出力口34bにおいて真鍮配管35、36を受け、その入力口34cにおいて真鍮配管36を受ける。ポンプはシャーシ13の枠内のいずれかの使用可能な場所であればどこに配置してもよいので、真鍮配管35、36は、図1では破線で示されている。銅ブロック34は、全体として34aで示す、U字状の孔部分を有する。孔部分34aは、ブロックを貫通するように穿設するか、あるいはその他の方法で形成する。しかしながら、熱伝達作用を高めるために、ブロックの長手方向に延び多数の孔を有する蛇行流路を含む、他の流路形状を用いてもよい。銅ブロックの長さおよび幅についての全体的な手法は、Pentium(登録商標)チップの合金材の底面またはセラミックの下面、あるいはその他の高動作温度チップの底面の長さおよび幅に合わせるように設計する。高熱発生チップの底面と接触するブロックの表面形状は、このチップの底面に一致するように加工することができ、当技術では公知のように、熱グリス(thermal grease)または同等物を隙間に注入することによってエア・ポケットを回避する。中実の銅ブロックを用いる代わりに、銅または真鍮で形成し、底面、上面および4方向の側面を有する中空のブロックを、冷却板34として用いることも、本発明の範囲内である。この場合、中空のブロックは、ハウジングの長さの長さ方向部分に延びる1つ以上の内部バッフルを有し、入力管36および出力管35との流体連通を与える目的のために、ハウジングを多数のチェンバに分割する。配管は、真鍮または耐火性プラスチックとし、要求される動作条件に適合するものとすべきであり、可燃度定格はUL61 VW-1とすべきである。

【0020】液体冷却材は、水、または50パーセントのエチレン・グリコールおよび水に公知の腐食防止剤を含ませた混合液とすればよい。液体系は、当技術では公知のコネクタを用いて閉ループ冷却系を設ける。これは、永久的に封止され、外部で使用することはできない。

【0021】シャーシ上に搭載される電子構成物は、典型的に、コンピュータ・ハウジング10内部の周囲温度を約10℃上昇させることがわかっている。更に、Pent

ium(登録商標)のような高熱発生チップは、約60ないし70℃の動作温度範囲を有することもかわっている。本発明の装置Aは、チップPを、約55℃の範囲内の動作温度に冷却するように設計され、現在チップ製造会社によっては仕様から外れているチップの使用を可能にしようとするものである。これを達成するために、冷却板34の有効熱伝達を考慮に入れて熱交換機32のサイズおよびポンプ30の流速を設計し、十分な熱が動作中のチップPから転移し、最悪の動作状態でも動作温度を約55℃まで低下させる、即ち、チップの温度動作範囲の下端よりも約5℃低下させるようにした。55℃は、室内の周囲温度を40℃と仮定した場合の数値である。必要な流速は、個々のプロセッサ、ASIC、および/または冷却対象のハード・ディスク・ドライブによって異なるが、従来技術で使用している液体冷却の場合よりも流速は低いと考えられる。

【0022】図4〜図6を参照すると、装置B-1、B-2が示されている。これらは、ハード・ディスク・ドライブの動作温度を低下させる冷却材を供給する。図4に示すドライブD-1、および図6に示すドライブD-2のようなハード・ディスク・ドライブは、それらの搭載パターンおよび外囲器(envelope)が、市販の標準構成物となっている。ドライブD-1、D-2は、コンピュータ・ハウジング内部に、単体で、または密接に積載した配列(図7に関して論ずる)のいずれかで搭載される。典型的に、ハード・ディスク・ドライブは空気流によって冷却され、ヒート・シンクは、そのパッケージの形式のため設けることができない。D-1、D-2のようなハード・ディスク・ドライブは、「ハーフ・ハイト(half height)」および「フル・ハイト(full height)」という2つの基本的なサイズのものがある。唯一の違いは、ハーフ・ハイト・ハード・ディスク・ドライブは高さが約1インチであり、フル・ハイト・ハード・ディスク・ドライブは高さが約1.63インチであることである。ハード・ディスク・ドライブ構造体は、基本的に、金属製容器と、全体的に51で示すハード・ディスク・ドライブ・ハウジングの底面51aに密接に螺着された、図4および図6において50で示すような単一のプリント配線基板(PWB: printed wiring board)とによって構成されている。ハード・ディスク・ドライブ・ハウジング51の他の表面には、上面51b、前側面51cおよび後側面51d、ならびに対向側面51e、51fが含まれる。当技術では公知のように、ハード・ディスク・ドライブ容器51は、数千rpmで回転するスピンドル上に装着された、1組のハード・ドライブ・ディスクを内蔵する。この回転動作により、ハード・ドライブ容器内部の環境を一定温度とし、「攪拌良好ベッセル(well-stirred vessel)」とも言うべきものが得られる。D-1、D-2のようなハード・ディスク・ドライブは、モータ・ベアリングを含む、数個の温度に敏感な

装置を内蔵する。尚、温度に敏感な装置は、モータ・ベアリングに限定される訳ではない。

【0023】伝導冷却によって、ハード・ディスク・ドライブの搭載用レールを介してそれらを部分的に冷却することは公知である。この技法は、レールによる界面のコンダクタンス損失(conductance loss)、およびレールの長さ全域の伝導による損失のために、効率には限度がある。

【0024】図4を参照すると、装置B-1は、ハード・ディスク・ドライブD-1ユニットのハウジング51の対向面上での弾性装着(resilient mounting)が可能な、クリップ・オン熱交換機(clip-on heat exchanger)である。クリップ・オン熱交換機60は、ベリリウム銅、燐青銅、またはその他の適した金属で作られた、全体的にU字状のスプリング・クリップ60で形成されている。U字状スプリング・クリップ60は、第1および第2クリップ・アーム60a、60bで形成され、これらが、2カ所の湾曲した即ち円弧状の一体形成された降伏可能部分(yieldable section)60d、60eを介して、クリップのベース即ち背部60cに一体的に接合されている。したがって、U字状熱交換クリップ60には、側板60a、60bが形成されており、これらは容易にかつ弾性的に広がりディスク・ドライブ・ハウジングの側面51e、51f上に挿入し、その後クリップ自体のパネ作用の弾性圧縮によって、適所に保持される。

【0025】図4および図5を参照すると、U字状スプリング・クリップは、円弧状部分60d、60eに位置する開口60f、60gを含む。配管入力口62および配管流出口63が、熱交換クリップの背部60cおよび側板60a、60bに取り付けられており、熱交換クリップ自体を冷却し、それにより伝導によってディスクドライブ・ハウジング51から熱を吸収する。配管入力ライン62は、入力ラインを第1および第2入力ライン部分62a、62bに分割する、Y字状接続部(図示せず)を有する接合部64を通過する。配管出力ライン63は、Y字状接続部によって、配管出力ライン部分63a、63bに分割される。入力ライン62a、62bは、それぞれ熱交換クリップの開口60f、60gを貫通し、側板60b、60aの外表面の各々の長さに沿って、長手方向に延びる。配管部分62a、62bは、点65において鋲付けすることにより、側板60a、60bに接着されている。62aのような配管入力ラインは、部分62cにおいてUターンし、戻り冷却材ライン63aと合流し、冷却材出力ライン63に戻る。熱交換クリップの冷却材入力ライン62は、図1のポンプ30のようなポンプのポンプ出力まで達し、熱交換クリップの冷却材出力ライン63は、32のような空気側熱交換機の入力まで達しているため、ポンプ30内の熱交換機32は、動作中のハード・ディスク・ドライブからの熱を連続的に除去する、図4および図5のハード・ドライブ

冷却システム全体の一部を形成する。

【0026】次に図6を参照すると、ハード・ディスク・ドライブD-2が示されている。ドライブD-2は、ドライブD-1のハウジング51と同じハウジングを有するが、ドライブD-2は、51eのようなその1カ所以上の側面が、コンピュータ・ハウジング内の搭載部(mounting)に取り付けられているため、ハード・ディスク・ドライブを冷却する装置B-2を備える必要がある。装置B-2は、矩形状で、ハード・ドライブD-2の上面と一致する長さおよび幅を有する銅板70を含む。冷却材入力ライン部分71aは、ポンプ30(図1)またはその他の適したポンプからの出力ラインから延出し、図6に示すように種々の点65において鋲付けすることによって、冷却板70の上面上に装着され、概略的に矩形パターンをなして冷却板70周囲に沿って延び、入力部分と一体的に形成されている、全体的に71bで示す出力部分において終端する。かかる出力部分71bは、空気側熱交換機32またはその他の適した空気側熱交換機への入力まで達するので、ポンプ30および図1の空気側熱交換機は、図6の熱交換システムB-2の一部を形成する。全体的に72で示す1つ以上の保持用クリップが、ハード・ディスク・ドライブD-2の51c、51eおよび/または51fのような1カ所以上の側面に装着され、ディスク・ドライブ・ハウジング51の上面51b上の適所に冷却板70を保持する。

【0027】図7を参照すると、ハード・ディスク・ドライブD-3、D-4、D-5、D-6の垂直アレイを冷却するための装置B-3が設けられている。これらのハード・ディスク・ドライブは、互いに垂直方向に積載され、公知のレール型取付具(図示せず)のような、適したコンピュータ搭載具にネジ孔80によって取り付けられている。ハード・ディスク・ドライブD-3~D-6の垂直アレイは大量の熱を発生するので、従来のヒート・シンクおよび空冷の使用では、所望の動作温度に適切に冷却することは不可能である。ハード・ディスク・ドライブD-3~D-6の各々は、上面、底面および対向側面を有する、全体的に矩形の箱型ハウジング即ち容器を含むため、ドライブ・ユニットD-3ないしD-6の各ハウジング即ち容器には、同じ番号を用いてもよいであろう。空冷は、冷却のために大量の空気が必要となり、ファンの故障の可能性による望ましくない信頼性の低下や、騒音問題も発生するので、技術的に望ましくない。冷却システムB-3は、D-3、D-4のような隣接するハード・ディスク・ドライブ間に介在即ち挟持させ、隣接するディスク・ドライブからの熱を、伝導熱伝達によって、一連の可撓性熱交換構造、即ち、パネル81に伝達させるために設けられている。

【0028】可撓性熱交換構造81の各々は、中空で比較的薄い矩形状の、シート状パネルで作られており、水50%およびエチレン・グリコール50%の混合液のよ

うな冷却液で満たされている。可撓性熱交換構造 8 1 は、矩形状の周辺に沿って延びる周辺封止部 8 1 a を有し、その中に空洞即ちチェンバを形成する。可撓性熱交換構造の内部は、5つの可撓体層で形成されており、これらは、上から下に、“KAPTON”という名称でDupon Companyが製造している物質である、ポリイミド膜物質の最上層、中間層、および最下層、ならびに“TEFLON”という商標でDupon Companyが製造している物質である、FEPフッ化炭化水素膜物質の仲介層を含む。互いに離間した位置に円形の相互接合部 8 1 b を設けることにより、2枚のフッ化炭化水素膜物質シート間には、通路がその中央領域を貫通しており、可撓性熱交換パネル即ち構造 8 1 を通過する全体的にU字状の流路 8 2 を設ける。膜の取り付け点 8 1 b は、ドライブのプリント配線基板 5 0 側に対抗する望ましくない力を発生する、望ましくない膨張即ち膨れに対抗して外側のシートを保持する機能も果たす。代わりに、この力を制御し、有効な熱伝達圧力のみを与え、ハード・ディスク・ドライブの表面との熱伝達面を拡張することができる。円形相互接続部の位置を変化させて、異なる流路を設けることも可能であるが、図示の実施例では、相互接合部 8 1 b は、パッド 8 1 の長手方向に延びる 3 本の線に沿った線上の 4 点に配置されている。

【0029】かかる可撓性熱交換パネルの製造に関する更に詳細な説明について、本出願人は、1996年7月17日に出願され、本願と同一譲受人であるコンパック・コンピュータ・コーポレーション (Compaq Computer Corporation) に譲渡された、発明者Messrs. Daniel N. DonahoeおよびMichael T. Gillによる米国特許出願連番第08/674,081号に言及することにより、この内容が本願にも含まれるものとする。尚、記載を可能とする目的および特許請求に対する支持のために、開示、明細書、特許請求の範囲および図面の全体が、この言及によって本願にも含まれるものとするが、出願人は、特に、図3ないし図7に関係する開示、および第9ないし12頁に見られる流路の断面の記載に注意を促し、特に図3および図4を引用する。尚、適切な可撓性プラスチック物質で作られ周囲を封止した2つの隣接する層を有し、封止したリムの内側でこれらの層を共に熱溶接する多数の点を有する、更に単純化したパネル構造を使用することも実現可能である。

【0030】可撓性熱交換パネル 8 1 の各々は、冷却材入力即ち入力口 8 1 c、および冷却材出力口 8 1 d を含む。D-3およびD-4のように隣接して積載されているハード・ディスク・ドライブの間に配置された即ち挟持されたパネル 8 1 において、各パネル 8 1 の冷却材流出口 8 1 d が、接続部 8 5 a、8 5 b、8 5 c を通じて、中央の戻りマニフォールド 8 5 に接続されている。同様の入力マニフォールド 8 7 が、介装された即ち挟持された可撓性冷却パネル 8 1 の各の入力口 8 1 c を共に接続

する。そして、入力マニフォールド 8 7 は、図1のポンプ 3 0 のような適切なポンプへの出力口に取り付けられる。出力マニフォールド 8 5 は、図1および図3に開示した空気側熱交換機 3 2 のような、空気側熱交換機の入力口に適切に接続される。

【0031】流体圧力の結果として、動作中のパネルの膨張によって、ドライブが動作の間一層強く適所に保持されるという、別の有利な特徴が得られ、パネルを収縮させると、ドライブは一層容易に除去することができる。

【0032】これまでの本発明の開示および記載はその例示および説明のためのものであり、図示した装置および構造ならびに動作方法の詳細において、本発明の精神から逸脱することなく、種々の変更が可能である。例えば、本発明の種々の熱伝達の実施例を組み合わせ、単一のコンピュータ内で使用することも、本発明の範囲内である。図1ないし図3の装置Aは、ポンプ 3 0、ファン 2 2、および空気側熱交換機 3 2 を適切なサイズとし、適切に冷却された液体冷却材を 1 枚以上の熱伝達板 3 4 に同時に供給することによって、多数のチップを冷却するために使用することが可能である。更に、ポンプ 3 0、ファン 2 2、および空気側熱交換機 3 2 は、そのサイズを適切に決めることにより、図1ないし図3のシステムと共に、図4および図5の装置B-1のU字状クリップ 6 1 を用いて、または図6の装置B-2の熱伝達板 7 0 を用いて、ハード・ディスク・ドライブ・ハウジング 5 1 を冷却することも可能である。あるいは、図7のディスク・ドライブD-3ないしD-6の垂直アレイを冷却するためのシステムB-3は、図1～図3の冷却システムAと組み合わせることが可能である。更に、ディスク冷却装置B-1、B-2は、図1および図2の空気側熱交換機 3 2 およびポンプ 3 0 と共に使用することも可能である。更にまた、A、B-1、B-2およびB-3のいずれか及びその組み合わせを、単一のポンプ、空気側熱交換構造体と共に用いることも可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】高熱発生プロセッサに液体冷却媒体を供給する本発明の好適実施例を示すコンピュータの概略図である。

【図2】高熱発生プロセッサ上に装着する熱交換板を示す概略図である。

【図3】図2の熱交換板から流れる液体を冷却する空気-液体熱交換機を示す側面図である。

【図4】ハード・ディスク・ドライブに熱交換液体冷却材を供給するチップ上熱交換機の斜視図である。

【図5】図4のチップ上ハード・ディスク・ドライブ用熱交換機の背面側からの斜視図である。

【図6】ハード・ディスク・ドライブの表面上に装着する熱伝達板の斜視図である。

【図7】隣接する垂直方向に積載されたハード・ディス

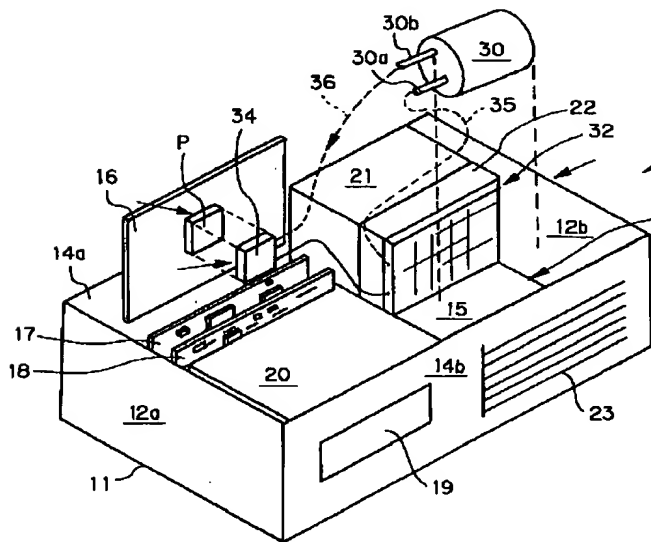
17

ク・ドライブ・ユニット間に挿入する熱交換パネルの使用を示す斜視図である。

## 【符号の説明】

- 10 コンピュータ・ハウジング
- 11 底面
- 12 a, 12 b 第1組の対向側面
- 13 シャーシ
- 14 a, 14 b 第2組の対向側面
- 15 マザー・ボード
- 16 マイクロプロセッサ基板
- 19 開口
- 21 電源
- 22 冷却ファン
- 23 スロット
- 30 ポンプ
- 32 空気側熱交換機
- 32 a 銅配管
- 32 d 空気側フィン
- 33 フレーム
- 34 熱伝達板
- 34 a 孔部分
- 35, 36 真鍮配管

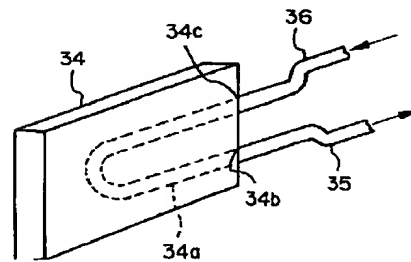
【図1】



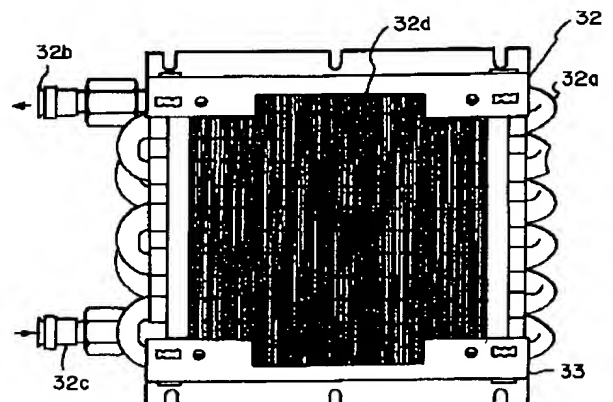
18

- \* 50 プリント配線基板
- 51 ハード・ディスク・ドライブ・ハウジング
- 60 クリップ・オン熱交換機
- 60 a, 60 b 第1および第2クリップ・アーム
- 60 c 背部
- 60 d, 60 e 円弧状部分
- 60 f, 60 g 開口
- 62 配管入力口
- 63 配管流出口
- 10 70 冷却板
- 81 可撓性熱交換構造
- 81 a 周辺封止部
- 81 b 相互接合部
- 81 c 冷却材入力口
- 81 d 冷却材出力口
- 82 U字状流路
- 85 戻りマニフォールド
- 87 入力マニフォールド
- A, B-1, B-2, B-3 装置
- 20 D-1, D-2 ハード・ディスク・ドライブ
- D-3, D-4, D-5, D-6 ハード・ディスク・ドライブ
- \* ・ドライブ

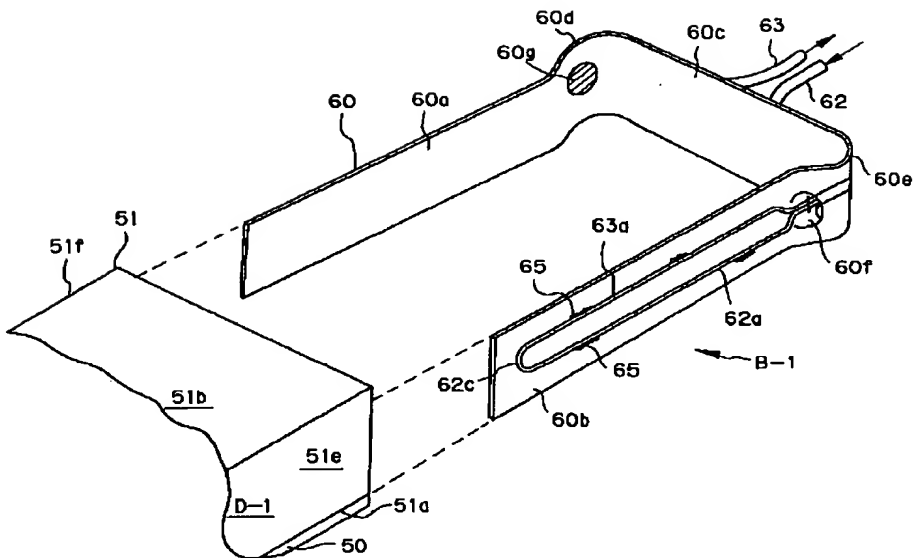
【図2】



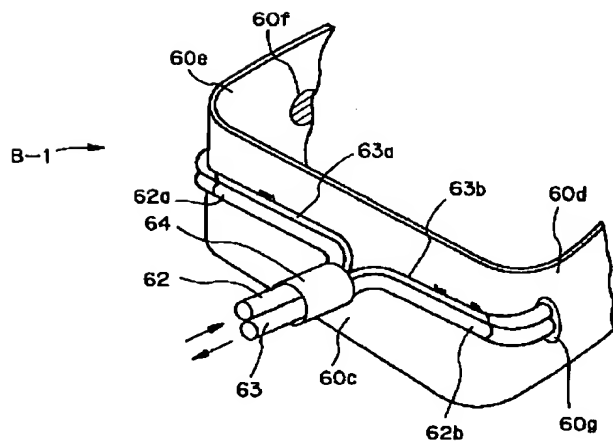
【図3】



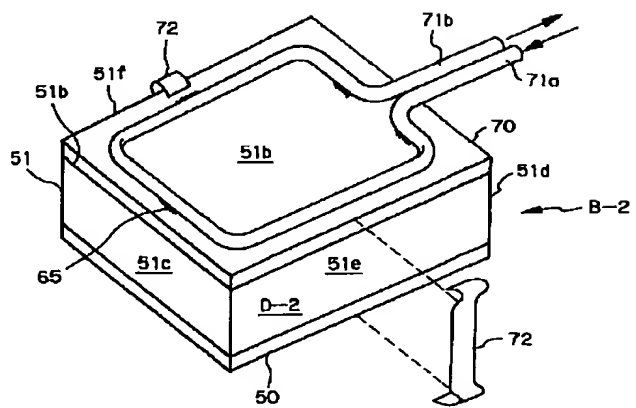
【図 4】



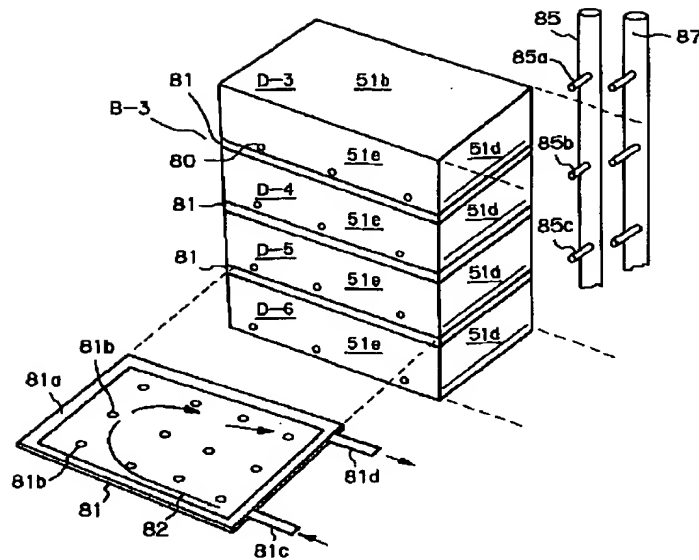
【图 5】



【図 6】



【図7】



フロントページの続き

(71)出願人 591030868  
 20555 State Highway  
 249, Houston, Texas  
 77070, United States of  
 America

(72)発明者 マイケル・ティー・ジル  
 アメリカ合衆国テキサス州77379, スプリ  
 ング, キング・アーサー・コート 7826